

**ANALISA SUSUT ENERGI PENGGUNAAN PENGHANTAR TACSR
PADA JARINGAN TRANSMISI TEGANGAN TINGGI 150 KV PADA
GARDU INDUK PALUR – SOLOBARU DENGAN ETAP 12.6**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada Jurusan Teknik
Elektro Fakultas Teknik**

Oleh:

REMANDA DAMAS SETYAWAN

D 400 140 133

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2018**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISA SUSUT ENERGI PENGGUNAAN PENGHANTAR TACSR
PADA JARINGAN TRANSMISI TEGANGAN TINGGI 150 KV PADA
GARDU INDUK PALUR – SOLOBARU DENGAN ETAP 12.6**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

REMANDA DAMAS SETYAWAN

D 400 140 133

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



Umar S.T., M.T.

NIK.731

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISA SUSUT ENERGI PENGGUNAAN PENGHANTAR TACSR PADA
JARINGAN TRANSMISI TEGANGAN TINGGI 150 KV PADA GARDU
INDUK PALUR – SOLOBARU DENGAN ETAP 12.6**

OLEH

REMANDA DAMAS SETYAWAN

D 400 140 133

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Senin, 23 Juli 2018
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

Dewan Penguji:

- 1. Umar, S.T, M.T**
(Ketua Dewan Penguji)
- 2. Ir. Jatmiko, M.T**
(Anggota I Dewan Penguji)
- 3. Tindyo Prasetyo, S.T**
(Anggota II Dewan Penguji)


(.....)
(.....)
(.....)

Dekan,


Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.
NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 24 Juli 2018

Penulis



REMANDA DAMAS SETYAWAN

D 400 140 133

ANALISA SUSUT ENERGI PENGGUNAAN PENGHANTAR TACSR PADA JARINGAN TRANSMISI TEGANGAN TINGGI 150 KV PADA GARDU INDUK PALUR – SOLOBARU DENGAN ETAP 12.6

Abstrak

Pentransmisi energi listrik dari pembangkit menuju transmisi gardu induk, maupun saat pentransmisi ke distribusi, akan terjadi perbedaan tegangan, arus dan daya. Begitu juga pada saluran transmisi gardu induk satu dengan gardu induk yang lain pasti akan terjadi hilangnya energi atau susut energi (*Losses*). Susut energi pada suatu kelistrikan pasti selalu ada, hal ini disebabkan adanya kandungan tahanan pada penghantar yang dipakai. Tujuan yang ingin dilakukan adalah untuk menghitung seberapa banyak kerugian atau daya yang terbuang untuk proses pentransmisi energi listrik pada saluran GI Palur menuju GI Solobaru selama satu bulan. Metode yang digunakan adalah pertama melakukan survei pada lokasi, mencari data yang dibutuhkan seperti arus, tegangan, daya, resistansi, dan panjang saluran pada jaringan transmisi 150kV. Pengambilan data tersebut didapatkan dari kontrol panel yang sudah ada pada GI Palur. Pengambilan data dilakukan pada pukul 10:00 dan 19:00 WIB selama satu bulan. Menggunakan metode rerata tarif maka peneliti dapat mengetahui berapa banyak kerugian daya listrik yang di tanggung oleh PLN. Penghantar Saluran transmisi ini menggunakan jenis kabel TACSR 480 dengan resistansi $0.0610 \Omega/\text{km}$. Susut energi terbesar yang terjadi pada siang hari sebesar 0.06267757 MW, dan susut energi terendah sebesar 0.02113167 MW. Puncak susut energi yang terjadi pada malam hari sebesar 0.06748401 MW, sebaliknya susut energi terendah yang terjadi sebesar 0.02876255 MW. Total susut energi yang terjadi pada bulan Januari adalah 39.6857523 MWh, sehingga kerugian finansial yang ditanggung oleh PT.PLN sebesar Rp45,960,863.45.

Kata kunci : Kontrol panel, Susut Energi (*losses*) , TACSR, Transmisi.

Abstract

Transmission of electrical energy from the plant to the transmission of the substations, as well as when transmitting to the distribution, there will be differences in voltage, current and power. Likewise on the transmission channel substation one with the other substations will surely happen the loss of energy or loss of energy (*Losses*). The loss of energy in an electric must always exist, this is due to the content of prisoners in the conductor used. The goal to be done is to calculate how much loss or power is wasted for the process of transmitting electrical energy in GI channel Palur to GI Solobaru for one month. The method used is to first conduct a survey on the location, looking for the required data such as current, voltage, power, resistance, and channel length on a 150kV transmission line. The retrieval of the data is obtained from the existing control panel on GI Palur. Data collection is done at 10:00 and 19:00 WIB for one month. Using tariff mean method hence researcher can know how much loss of electric power which is in responsibility by PLN. This transmission line type of carrier used is TACSR 480 with resistance of $0.0610 \Omega / \text{km}$. The largest energy losses that occur during the day are 0.06267757 MW, and the lowest energy shrinkage is 0.02113167 MW. The energy shrinkage peak that occurs at night is 0.06748401 MW, otherwise the lowest energy shrinkage occurs of 0.02876255 MW. The total energy losses occurring in January were 39.6857523 MWh, resulting in financial losses incurred by PT.PLN of Rp45,960,863.45.

Keywords: Control panel, Energy losses (*losses*), TACSR, Transmission.

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi listrik yang semakin lama meningkat, menandakan bahwa ketersediaan energi listrik harus selalu tersedia secara maksimal kepada konsumen tanpa kehilangan energi yang merugikan konsumen. Perusahaan Listrik Negara (PT.PLN Persero) adalah perusahaan yang diberi wewenang oleh pemerintah untuk menangani kelistrikan di Indonesia. PT. PLN (persero) mempunyai tiga tingkatan dalam penyaluran tenaga listrik, Secara umum definisi sistem tenaga listrik meliputi sistem pembangkitan, sistem transmisi, dan sistem distribusi (R Syahputra, 2017).

Sistem kelistrikan antara pusat pembangkit dan pusat beban secara umum terpisah lokasinya, maka dari itu dibutuhkan saluran untuk menjadi perantara atau penghubung antara pusat pembangkit dengan pusat beban yang dinamakan transmisi energi listrik. Transmisi energi listrik yang dimaksud adalah penghubung yang mendistribusikan energi listrik melalui saluran udara tegangan tinggi(SUTT), saluran udara tegangan ekstra tinggi (SUTET).

Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas sistim kelistrikan adalah kondisi dari konstruksi pada Jaringan distribusi tenaga listrik yang meliputi Jaringan Tegangan Menengah (JTM), Gardu Distribusi, Jaringan Tegangan Rendah (JTR) dan Sambungan Tenaga Listrik Rumah/Pelayanan (PT. PLN Persero, 2010). Proses penyaluran energi listrik akan terdapat beberapa masalah antara lain terdapat rugi – rugi daya /susut energi yang disebabkan oleh faktor korona, kebocoran *isolator*. Faktor lain yang mempengaruhi susut pada jaringan adalah panjang jaringan dan luas penampang konduktornya, dimana semakin panjang jaringan dengan penampang konduktor yang lebih kecil, maka susut pada jaringan akan semakin besar (Putra Purba, B, 2014).

Tegangan pada saat pentransmisian jarak jauh perlu dinaikan, Tujuan menaikkan tegangan ialah untuk memperkecil kerugian daya listrik pada saluran transmisi, dimana dalam hal ini kerugian daya adalah sebanding dengan kuadrat arus yang mengalir ($I^2 \times R$)(Nolki Jonal Hontong, 2015). Saluran transmisi bertegangan tinggi akan membawa aliran arus yang rendah dan berarti mengurangi rugi panas (*heat loss*) I^2R yang menyertainya, ketika saluran transmisi mencapai pusat beban, tegangan tersebut kembali diturunkan menjadi tegangan menengah (R Syahputra, 2017).

Metode untuk mencari kerugian energi listrik yang menunjukkan faktor rugi beban dan faktor rugi daya pada jaringan, perlu diperhitungkan untuk mengetahui kerugian finansial dan menentukan tarif pembayaran konsumen (Sarang Pande, 2012). Penulis mendapatkan ide dari uraian diatas untuk menganalisis susut daya yang terjadi antara Transmisi GI Palur dengan GI Solobaru selama satu bulan, yaitu pada bulan januari tahun 2018. Hasil analisa tersebut dapat digunakan sebagai evaluasi kinerja transmisi GI Palur – GI Solobaru apakah jaringan transmisi masih bekerja dengan baik atau harus segera melakukan pengecekan terhadap peralatan pada jaringan transmisi.

2. METODE

Metode yang dilakukan meliputi pengambilan data yang berupa arus, tegangan dan daya pada jam 10.00 dan 19.00 WIB secara rutin setiap hari selama satu bulan (30 hari). Pengambilan data dilaksanakan di Gardu Induk Palur, dengan kontrol panel yang sudah terdisplay datanya maka proses pembacaan arus, tegangan, dan daya yang berada di jaringan tersebut dapat dibaca dengan mudah tanpa harus mengukur secara manual. Kontrol panel adalah suatu tempat peralatan yang digunakan untuk pembacaan data arus, tegangan maupun daya yang berada pada jaringan gardu induk.

Jaringan transmisi yang digunakan GI Palur – GI Solobaru digunakan penghantar bertipe TAL (*Thermal Resistan Alumunium Alloy*) yang dikenal dengan TACSR. Keunggulan konduktor ini adalah tahan terhadap panas sampai 150 °C, sehingga kemampuan hantar arusnya menjadi lebih tinggi dibandingkan konduktor ACSR. Penyebab terpenting dari susut energi pada saluran transmisi adalah seberapa besar resistansi yang digunakan pada kawat penghantar. TACSR berdimensi 480 merupakan kawat penghantar ber-resistansi 0.0610 Ω , dimana resistansi konduktor dihitung setiap jarak 1 kilometer (1000 meter). Jarak antara gardu induk Palur ke Solobaru sejauh 9.9 Kilometer. Perhitungan untuk mencari nilai resistansi total pada saluran transmisi GI Palur – GI Solobaru menggunakan rumus :

$$R_{tot} = R \times L \quad (1)$$

Dimana : R_{tot} = Resistansi Total (Ω)

R = Resistansi (Ω/km)

L = Jarak (km)

Rugi-rugi daya yang terdapat pada saluran transmisi GI Palur menuju GI Solobaru dapat dihitung menggunakan persamaan :

1. Perhitungan manual dengan rumus

$$P_{loss} = 3 I^2 R \quad (2)$$

Dimana : P_{loss} = Susut Daya/ Rugi-rugi daya (*Watt*)

I = Arus yang dialirkan (*Ampere*)

R = Tahanan Saluran (*Ohm/meter*)

PLN akan mendapatkan kerugian ketika susut energi bertambah besar. Dikarenakan daya yang diterima berbeda dengan daya kirim. Sehingga daya kirim tidak bisa terjual sepenuhnya. Peneliti melakukan perhitungan susut energi yang terbuang dengan menggunakan Rumus (2), (3) dan (4) :

$$E = P \times t \quad (3)$$

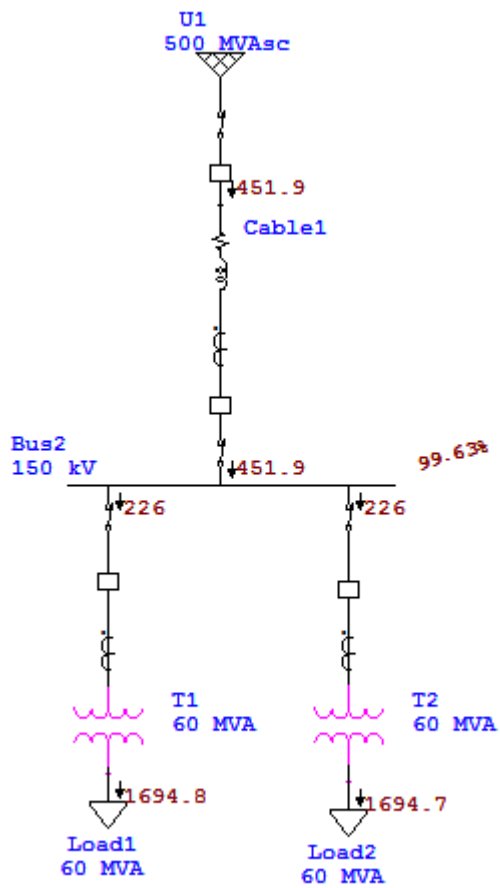
Dimana :
 E = Energi listrik (*Watt.Jam*)
 P = Daya peralatan listrik (*Watt*)
 t = Waktu lama pemakaian (*Jam*)

$$Biaya Listrik = \left(\frac{E}{1000} \right) \times TTL \quad (4)$$

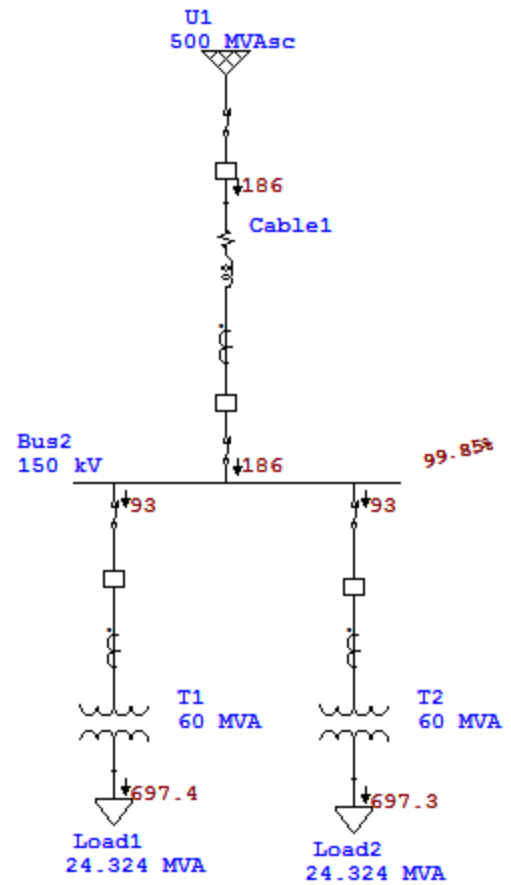
Dimana :
 $\frac{E}{1000}$ = Pemakaian Listrik (*kWh*)
 TTL = Tarif tenaga listrik (*Rupiah*)

2. Menggunakan Aplikasi ETAP 12.6

Aplikasi Etap dapat digunakan untuk menghitung susut energi yang terjadi pada transmisi Gardu Induk Palur – Solobaru, dengan membuat *single line diagram* dan menginputkan data yang dibutuhkan. Hasil dari susut daya akan diketahui secara otomatis setelah program dijalankan.

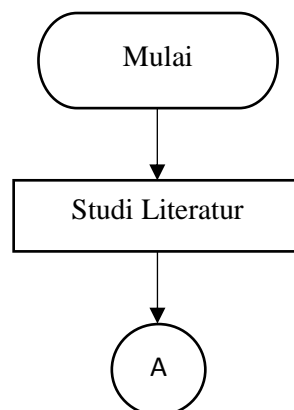


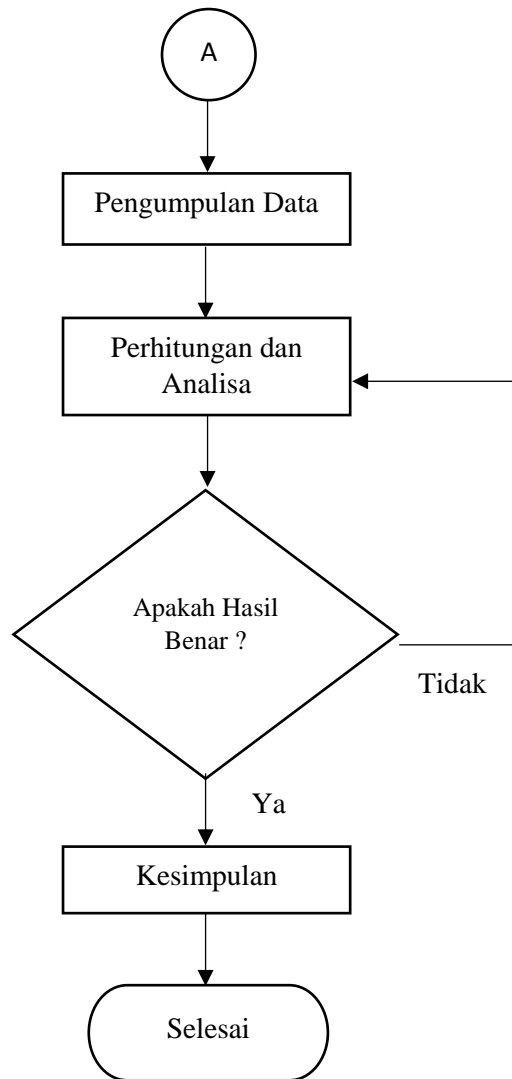
Gambar 1. Single line diagram
Transmisi dengan beban penuh
Gardu Induk Palur – Solobaru
150kV



Gambar 2. Single line diagram
Transmisi dengan Beban salah
satu data Gardu Induk Palur –
Solobaru 150kV

Flowchart Penelitian





Gambar 3. *Flowchart penelitian*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Saluran transmisi antara GI Palur dengan GI Solobaru pasti terdapat susut energi yang merupakan selisih antara daya kirim dengan daya yang diterima. Kerugian tersebut dapat mengakibatkan PT.PLN selaku perusahaan yang memasok listrik menjadi rugi materi. Peneliti melakukan survei dan pengambilan data yang menjadi bahan referensi di lokasi untuk mengetahui seberapa besar susut energi yang terjadi pada transmisi GI Palur – GI Solobaru.

3.1 Perhitungan Resistansi Total Penghantar

Resistansi Total penghantar yang terdapat pada jaringan transmisi GI Palur – GI Solobaru yang berjarak 9.9 km dapat dicari dengan menggunakan persamaan (1), dimana jenis penghantar yang digunakan adalah TACSR 480 mm² dengan nilai Resistansi 0.0610 Ω/km. Sehingga dapat diperoleh:

$$R_{tot} = R \times L$$

$$R_{tot} = 0.0610 \, \Omega/km \times 9.9 \, km = 0.6039 \, \Omega$$

3.2 Perhitungan Susut energi pada penghantar pukul 10.00 dan 19.00

Perhitungan susut energi pada penghantar GI Palur – GI Solobaru dengan jenis TACSR 480mm² dan R_{total} 0.6039 Ω pada bulan januari 2018 :

$$P_{loss} = 3 I^2 R$$

Pukul 10.00

$$\text{Tanggal 1 } P_{loss} = 3 \times (108)^2 \times 0.6039 = 21131.6 \, Watt : 1000000 = 0.02113166 \, MW$$

$$\text{Tanggal 2 } P_{loss} = 3 \times (179)^2 \times 0.6039 = 58048.7 \, Watt : 1000000 = 0.05804868 \, MW$$

$$\text{Tanggal 3 } P_{loss} = 3 \times (186)^2 \times 0.6039 = 62677.6 \, Watt : 1000000 = 0.06267757 \, MW$$

$$\text{Tanggal 4 } P_{loss} = 3 \times (186)^2 \times 0.6039 = 62677.6 \, Watt : 1000000 = 0.06267757 \, MW$$

Pukul 19.00

$$\text{Tanggal 1 } P_{loss} = 3 \times (126)^2 \times 0.6039 = 28762.5 \, Watt : 1000000 = 0.02876255 \, MW$$

$$\text{Tanggal 2 } P_{loss} = 3 \times (186)^2 \times 0.6039 = 62677.5 \, Watt : 1000000 = 0.06267757 \, MW$$

$$\text{Tanggal 3 } P_{loss} = 3 \times (186)^2 \times 0.6039 = 62677.6 \, Watt : 1000000 = 0.06267757 \, MW$$

$$\text{Tanggal 4 } P_{loss} = 3 \times (193)^2 \times 0.6039 = 67484.1 \, Watt : 1000000 = 0.06748401 \, MW$$

3.3 Perhitungan rata-rata P_{loss} per hari

$$E = P \times t$$

Tanggal 1 Januari 2018

$$E = \frac{0.02113166 + 0.02876255}{2} \times 24 \, jam$$

$$E = 0.024947109 \times 24 \, jam$$

$$E = 0.598730616 \, Mwh$$

Tanggal 2 Januari 2018

$$E = \frac{0.05804868 + 0.06267757}{2} \times 24 \, jam$$

$$E = 0.060363126 \times 24 \text{ jam}$$

$$E = 1.448715035 \text{ Mwh}$$

Tanggal 3 Januari 2018

$$E = \frac{0.06267757 + 0.06267757}{2} \times 24 \text{ jam}$$

$$E = 0.062677573 \times 24 \text{ jam}$$

$$E = 1.504261757 \text{ Mwh}$$

Tanggal 4 Januari 2018

$$E = \frac{0.06267757 + 0.06748401}{2} \times 24 \text{ jam}$$

$$E = 0.065080793 \times 24 \text{ jam}$$

$$E = 1.561939038 \text{ Mwh}$$

Tabel 1. Hasil perhitungan P_{loss} , Rata-rata P_{loss} per hari, dan rugi energi per harinya

| Tanggal | Pukul 10.00 | | Pukul 19.00 | | Rata-rata P_{loss} /hari (MW) | P_{loss} (MWh) |
|---------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|---------------------------------------|---------------------|
| | I (A) | P_{loss} (MW) | I (A) | P_{loss} (MW) | | |
| 1 | 108 | 0.02113167 | 126 | 0.02876255 | 0.024947109 | 0.598730616 |
| 2 | 179 | 0.05804868 | 186 | 0.06267757 | 0.060363126 | 1.448715035 |
| 3 | 186 | 0.06267757 | 186 | 0.06267757 | 0.062677573 | 1.504261757 |
| 4 | 186 | 0.06267757 | 193 | 0.06748401 | 0.065080793 | 1.561939038 |
| 5 | 186 | 0.06267757 | 193 | 0.06748401 | 0.065080793 | 1.561939038 |
| 6 | 183 | 0.06067202 | 186 | 0.06267757 | 0.061674797 | 1.480195134 |
| 7 | 141 | 0.03601841 | 164 | 0.04872748 | 0.042372945 | 1.016950691 |
| 8 | 186 | 0.06267757 | 186 | 0.06267757 | 0.062677573 | 1.504261757 |
| 9 | 179 | 0.05804868 | 179 | 0.05804868 | 0.058048680 | 1.393168313 |
| 10 | 186 | 0.06267757 | 186 | 0.06267757 | 0.062677573 | 1.504261757 |
| 11 | 171 | 0.05297592 | 185 | 0.06200543 | 0.057490676 | 1.379776226 |
| 12 | 186 | 0.06267757 | 186 | 0.06267757 | 0.062677573 | 1.504261757 |
| 13 | 179 | 0.05804868 | 179 | 0.05804868 | 0.058048680 | 1.393168313 |
| 14 | 141 | 0.03601841 | 168 | 0.05113342 | 0.043575914 | 1.045821942 |
| 15 | 171 | 0.05297592 | 186 | 0.06267757 | 0.057826746 | 1.387841915 |

| | | | | | | |
|----|-----|------------|-----|------------|-------------|-------------|
| 16 | 179 | 0.05804868 | 179 | 0.05804868 | 0.058048680 | 1.393168313 |
| 17 | 104 | 0.01959535 | 178 | 0.05740190 | 0.038498625 | 0.92396700 |
| 18 | 111 | 0.02232196 | 171 | 0.05297592 | 0.037648938 | 0.903574505 |
| 19 | 156 | 0.04408953 | 171 | 0.05297592 | 0.048532725 | 1.164785411 |
| 20 | 164 | 0.04872748 | 171 | 0.05297592 | 0.050851701 | 1.220440835 |
| 21 | 134 | 0.03253089 | 174 | 0.05485103 | 0.043690957 | 1.048582973 |
| 22 | 156 | 0.04408953 | 179 | 0.05804868 | 0.051069105 | 1.225658531 |
| 23 | 179 | 0.05804868 | 171 | 0.06267757 | 0.060363126 | 1.448715035 |
| 24 | 186 | 0.06267757 | 179 | 0.05804868 | 0.060363126 | 1.448715035 |
| 25 | 149 | 0.04022155 | 171 | 0.05297592 | 0.046598736 | 1.118369657 |
| 26 | 179 | 0.05804868 | 179 | 0.05804868 | 0.058048680 | 1.393168313 |
| 27 | 171 | 0.05297592 | 171 | 0.05297592 | 0.052975920 | 1.271422073 |
| 28 | 134 | 0.03253089 | 157 | 0.04465659 | 0.038593739 | 0.926249742 |
| 29 | 157 | 0.04465659 | 179 | 0.05804868 | 0.051352637 | 1.232463276 |
| 30 | 179 | 0.05804868 | 186 | 0.06267757 | 0.060363126 | 1.448715035 |

Dapat diketahui dari Tabel 1 menunjukan berapa banyak kerugian daya pada transmisi Gardu Induk Palur – Solobaru yang terjadi setiap harinya selama satu bulan penuh pada bulan januari 2018. Kerugian daya terbesar pada siang hari yaitu sebanyak 0.06267757 MW, sedangkan kerugian daya terbesar pada malam hari sebanyak 0.06748401 MW. Kerugian daya terendah yang terjadi pada siang hari yaitu 0.01959535 MW, untuk kerugian daya terendah pada malam hari yaitu 0.02876255 MW. Kerugian daya yang terjadi selama satu bulan jika ditotal sebanyak 39.6857523 MWh.

3.4 Perhitungan Susut Energi secara Finansial

Metode untuk mencari kerugian energi listrik yang menunjukkan faktor rugi beban dan faktor rugi daya pada jaringan, perlu diperhitungkan untuk mengetahui kerugian finansial yang diterima oleh PLN selaku perusahaan yang menjadi pemasok listrik di negara. Tabel 2 menunjukan Tarif Tenaga Listrik (TTL) yang menjadi acuan penulis untuk menghitung rugi finansial yang diterima oleh PLN :

Tabel 2. Tarif Tenaga Listrik (TTL) PLN Bulan Januari 2018

| No | Daya Listrik (VA) | Tarif Listrik (Rp/kWh) |
|----|-------------------|------------------------|
| 1 | R1/450 | 415 |

| | | |
|--------------------------|------------------|----------------|
| 2 | R1/900 | 586 |
| 3 | R1/RTM/900 | 1352 |
| 4 | R1/1300 | 1352 |
| 5 | R1/2200 | 1467.28 |
| 6 | R2/3500 - 5500 | 1467.28 |
| 7 | R3/6600 - keatas | 1467.28 |
| Rata - rata tarif | | 1158.12 |

Tabel 2 menunjukkan tarif tenaga listrik PLN Januari 2018 dimana R1 adalah tarif untuk Rumah tangga bersubsidi, RTM dengan Rumah Tangga Mampu (non-subsidi), dan R2, R3 dengan non-subsidi. Penulis menghitung rugi finansial yang terjadi pada sistem transmisi antara GI Palur menuju GI Solobaru dengan melihat tabel 2.

- a. Perhitungan kerugian biaya listrik yang disebabkan susut energi

$$\text{Biaya Listrik} = \frac{E}{1000} \times TTL$$

Tanggal 1 $0.598730616 \times 1000 = 598.730616 \text{ kWh} \times \text{Rp } 1158.12 = \text{Rp } 693,401.90$

Tanggal 2 $1.448715035 \times 1000 = 1448.715035 \text{ kWh} \times \text{Rp } 1158.12 = \text{Rp } 1,677,785.86$

Tanggal 3 $1.504261757 \times 1000 = 1504.261757 \text{ kWh} \times \text{Rp } 1158.12 = \text{Rp } 1,742,115.63$

Tanggal 4 $1.561939038 \times 1000 = 1561.939038 \text{ kWh} \times \text{Rp } 1158.12 = \text{Rp } 1,808,912.84$

Tabel 3. Hasil perhitungan kerugian Biaya Listrik yang disebabkan oleh susut energi dengan rerata Tarif Tenaga Listrik $\text{Rp } 1,158.12/\text{kWh}$

| Tanggal | $P_{loss}(MWh)$ | $P_{losses}(kWh)$ | Kerugian Biaya Listrik (Rp) |
|---------|-----------------|-------------------|-----------------------------|
| 1 | 0.598730616 | 598.730616 | Rp693,401.90 |
| 2 | 1.448715035 | 1448.715035 | Rp1,677,785.86 |
| 3 | 1.504261757 | 1504.261757 | Rp1,742,115.63 |
| 4 | 1.561939038 | 1561.939038 | Rp1,808,912.84 |
| 5 | 1.561939038 | 1561.939038 | Rp1,808,912.84 |
| 6 | 1.480195134 | 1480.195134 | Rp1,714,243.59 |
| 7 | 1.016950691 | 1016.950691 | Rp1,177,750.93 |

| | | | |
|--------------|-------------------|-------------------|------------------------|
| 8 | 1.504261757 | 1504.261757 | Rp1,742,115.63 |
| 9 | 1.393168313 | 1393.168313 | Rp1,613,456.09 |
| 10 | 1.504261757 | 1504.261757 | Rp1,742,115.63 |
| 11 | 1.379776226 | 1379.776226 | Rp1,597,946.44 |
| 12 | 1.504261757 | 1504.261757 | Rp1,742,115.63 |
| 13 | 1.393168313 | 1393.168313 | Rp1,613,456.09 |
| 14 | 1.045821942 | 1045.821942 | Rp1,211,187.31 |
| 15 | 1.387841915 | 1387.841915 | Rp1,607,287.48 |
| 16 | 1.393168313 | 1393.168313 | Rp1,613,456.09 |
| 17 | 0.92396700 | 923.96700 | Rp1,070,064.66 |
| 18 | 0.903574505 | 903.5745048 | Rp1,046,447.71 |
| 19 | 1.164785411 | 1164.785411 | Rp1,348,961.28 |
| 20 | 1.220440835 | 1220.440835 | Rp1,413,416.94 |
| 21 | 1.048582973 | 1048.582973 | Rp1,214,384.91 |
| 22 | 1.225658531 | 1225.658531 | Rp1,419,459.66 |
| 23 | 1.448715035 | 1448.715035 | Rp1,677,785.86 |
| 24 | 1.448715035 | 1448.715035 | Rp1,677,785.86 |
| 25 | 1.118369657 | 1118.369657 | Rp1,295,206.27 |
| 26 | 1.393168313 | 1393.168313 | Rp1,613,456.09 |
| 27 | 1.271422073 | 1271.422073 | Rp1,472,459.33 |
| 28 | 0.926249742 | 926.249742 | Rp1,072,708.35 |
| 29 | 1.232463276 | 1232.463276 | Rp1,427,340.37 |
| 30 | 1.448715035 | 1448.715035 | Rp1,677,785.86 |
| Total | 39.6857523 | 39685.7523 | Rp45,960,863.45 |

Tabel 3 menjelaskan seberapa besar kerugian yang diterima PT.PLN selaku perusahaan pemasok listrik negara yang disebabkan oleh susutnya energi penggunaan penghantar TACSR pada jaringan transmisi tegangan tinggi 150kV Gardu Induk Palur menuju Gardu Induk Solobaru. Total kerugian yang ditanggung oleh PT.PLN sebanyak *Rp 45,960,863.45* pada bulan januari 2018 dengan kehilangan energi sebesar 39.6857523 *MWh* atau 39685.7523 *kWh*.

3.5 Hasil ETAP 12.6

Branch Losses Summary Report

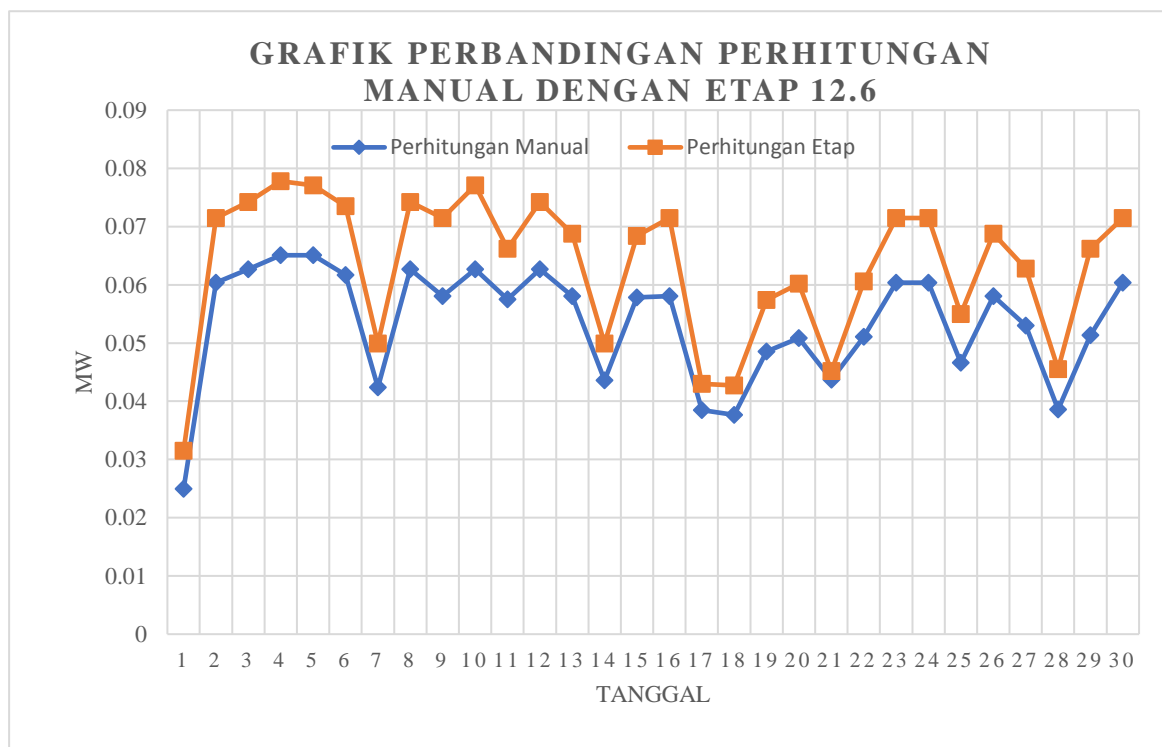
| CKT / Branch | From-To Bus Flow | To-From Bus Flow | Losses | % Bus Voltage | Vd % Drop |
|-----------------|------------------|------------------|--------|------------------|--------------|
|-----------------|------------------|------------------|--------|------------------|--------------|

| ID | MW | Mvar | MW | Mvar | kW | kvar | From | To | in Vmag |
|--------|---------|--------|----------|---------|--------|---------|-------|------|---------|
| Cable1 | 116.454 | 14.994 | -116.015 | -14.994 | 438.4 | 0.0 | 100.0 | 99.6 | 0.37 |
| T1 | 58.010 | 7.498 | -57.447 | 0.000 | 562.8 | 7497.5 | 99.6 | 97.8 | 1.78 |
| T2 | 58.005 | 7.496 | -57.438 | 0.000 | 567.0 | 7496.1 | 99.6 | 97.8 | 1.79 |
| | | | | | 1568.3 | 14993.7 | | | |

Gambar 4. Hasil perhitungan losses pada saat beban penuh

| CKT / Branch | From-To Bus Flow | | To-From Bus Flow | | Losses | | % Bus Voltage | | Vd % Drop |
|--------------|------------------|-------|------------------|--------|--------|--------|---------------|------|-----------|
| ID | MW | Mvar | MW | Mvar | kW | kvar | From | To | in Vmag |
| Cable1 | 48.247 | 2.539 | -48.172 | -2.539 | 74.2 | 0.0 | 100.0 | 99.8 | 0.15 |
| T1 | 24.087 | 1.269 | -23.991 | 0.000 | 95.3 | 1269.4 | 99.8 | 99.3 | 0.53 |
| T2 | 24.086 | 1.269 | -23.990 | 0.000 | 96.0 | 1269.2 | 99.8 | 99.3 | 0.54 |
| | | | | | 265.5 | 2538.6 | | | |

Gambar 5. Hasil perhitungan losses dengan data salah satu beban



Gambar 5. Grafik perbandingan perhitungan secara manual dengan perhitungan dengan aplikasi ETAP 12.6

Gambar 4, dapat diketahui bahwa losses yang dihitung secara otomatis menggunakan aplikasi ETAP sebesar 438.4 kW atau 0.4 MW, perbedaan masih sangat jauh dengan losses yang ada pada

data dikarenakan pada gambar 4 beban yang digunakan adalah saat beban puncak. Gambar 5 memperlihatkan losses yang bebannya mengambil salah satu dari data yang ada kemudian di inputkan pada ETAP, dapat diketahui hasilnya adalah 74.2 kW. Losses yang dihitung secara manual sebesar 62.7 kW, perbedaan losses yang terjadi dapat dikarenakan oleh faktor pembacaan alat yang kurang tepat atau alat yang digunakan kurang akurat.

4. PENUTUP

Berdasarkan analisa penulis diatas, dapat disimpulkan bahwa total kerugian yang diakibatkan oleh susut energi penggunaan penghantar TACSR pada jaringan transmisi tegangan tinggi 150kV Gardu Induk Palur menuju Solobaru bulan januari 2018 sebesar 39.687523 *MWh*. Susut energi terbesar yang terjadi pada siang hari sebesar 0.06267757 *MW*, dan susut energi terendah sebesar 0.02113167 *MW*. Puncak susut energi yang terjadi pada malam hari sebesar 0.06748401 *MW* sebaliknya susut energi terendah yang terjadi pada malam hari sebesar 0.02876255 *MW*. Kerugian finansial yang ditanggung oleh PT.PLN selaku perusahaan pemasok listrik negara sebanyak Rp 45,960,863.45 pada bulan januari 2018.

PERSANTUNAN

Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang terlibat dalam penyusunan Tugas Akhir ini, baik dengan dukungan maupun doa agar terselesaikan dengan benar, diantaranya:

1. ALLAH Subhanahu wa Ta'ala dan Nabi Muhammad Shalallahu 'alaihi wa sallam yang senantiasa memberikan rahmah, nikmat dan karuniaNya.
2. Ibuku Sri Suryani yang tiada hentinya Mendo'akan, Mengingatn, Menyemangati, Memotivasi, serta Mendukung dalam pengerjaan Tugas Akhir.
3. Bapakku Alm. Sumardi yang selalu menjadi panutanku.
4. Kakak – kakak ku Yeni, Habib, Sulis, Ririn dan semua saudaraku yang selalu mendo'akan, menyemangati serta memotivasi dalam proses penyelesaian Tugas Akhir.
5. Bapak Umar S.T.,M.T selaku pembimbing dalam pengerjaan Tugas Akhir.
6. Bapak dan Ibu Dosen Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.
7. Bapak Mualif Yusron selaku Supervisor Gardu Induk Palur, Mas Rafsan, Mas Gilang, serta Mas Rio yang telah membimbing, membantu, serta menjelaskan dan memberikan data pada Gardu Induk Palur 150kV.
8. Kelas D khususnya MifHadi, Faisalhakimi, Refandri I, Salasma A, Sandy P, Singgih K, Ds Arum, Rosid, Mirantifa, Teman Kelas C, serta Teman teman Teknik Elektro UMS yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

9. ONGkers dan Teman Sd1 papahan yang selalu memberi semangat Andika, Condro, Murphy, Narita, Anissa, Intan Ps, Elisa, Fatma, Oni, Abdila, Afis.
10. Para kakak penunggu Hik Mardi Boim, Gun, Haris, Siswanto

DAFTAR PUSTAKA

- Nolki Jonal Hontong, Maickel Tuegeh ST. MT. & Lily.S. Patras ST. MT. 2015. Analisa Rugi – Rugi Daya Pada Jaringan Distribusi Di PT. PLN Palu, Manado. *Journal Teknik Elektro dan Komputer*. 4(1), 64-65.
- PT. PLN (Persero). *Kriteria disain enjinering konstruksi jaringan distribusi tenaga listrik*. Edisi 1, 1, 2010.
- Putra Purba, Bayu Pradana. & Warman, Eddy. 2014. Analisa Perhitungan Susut Teknis dengan Pendekatan Kurva Beban pada Jaringan Distribusi PT. PLN (Persero) Rayon Medan Kota. *Jurnal Konsentrasi Teknik Energi Listrik, Departemen Teknik Elektro*, 6(2), 60-61
- Sarang Pande and Prof. J.G. Ghodekar, (2012). *Computation of Technical Power Loss of Feeders and Transformers in Distribution System using Load Factor and Load Loss Factor*, International Journal of Multidisciplinary Sciences and Engineering.
- Syahputra, R. & Soesanti, I. 2017. *Transmisi Dan Distribusi Tenaga Listrik*. Yogyakarta: Penerbit LP3M UMY Yogyakarta.